

Concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina en escolares después de la implementación del modelo de prevención de obesidad infantil “Póngale Vida”

Raquel Arriola Aguirre¹, Xinia Fernández Rojas¹, Georgina Gómez Salas².

¹Escuela de Nutrición, Universidad de Costa Rica. ²Departamento de Bioquímica, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

RESUMEN: “Póngale Vida” es un modelo para la prevención de la obesidad en escolares costarricenses, que incluye estrategias para promover la alimentación saludable y la actividad física en el aula, la escuela, la familia y la comunidad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los cambios en la concentración sérica de leptina y adiponectina de un grupo de escolares del cantón de La Unión, Cartago, Costa Rica, luego de una intervención de 8 meses de duración, en la cual se aplicó el modelo “Póngale Vida”. El estudio incluyó 108 escolares (37 casos y 71 controles) con edades entre 6 y 10 años, a los cuales se les realizó la evaluación antropométrica y la determinación por duplicado de leptina y adiponectina antes y después de la intervención. Se determinó que la adiponectina ($22.38 \text{ ng/mL} \pm 7.36$ vs $28.12 \text{ ng/mL} \pm 7.96$, $p < 0.001$), el IMC ($16.46 \text{ kg/m}^2 \pm 1.78$ vs $16.83 \text{ kg/m}^2 \pm 2.09$) y el porcentaje de grasa (31.22 ± 3.79 vs 32.87 ± 4.55 , $p < 0.001$) aumentaron en el grupo intervenido. La leptina ($5.21 \text{ ng/mL} \pm 4.13$ vs $5.98 \text{ ng/mL} \pm 3.46$) y la relación leptina/adiponectina (0.2823 ng/mL vs 0.2353 ng/mL) no mostraron cambios significativos. Se encontró que el cambio señalado para adiponectina fue independiente de la reducción del IMC. Se identificó que el sexo y el estado antropométrico influyen en el comportamiento de las adipocinas. El aumento en los niveles séricos de adiponectina muestran que el modelo “Póngale Vida” resultó ser efectivo, aun en un periodo corto de intervención, lo que podría sugerir beneficios metabólicos asociados con el perfil lipídico y respuesta a la insulina.

Palabras clave: leptina, adiponectina, prevención de obesidad infantil, obesidad infantil.

SUMMARY: Blood concentrations of leptin and adiponectin in school children after the implementation of the model of prevention of childhood obesity “Póngale Vida”. “Póngale Vida” is a model for the prevention of obesity in Costa Rican schoolchildren, which includes strategies to promote healthy eating and physical activity in the classroom, school, family and community. The objective of this study was to evaluate the changes in serum leptin and adiponectin concentration of a group of schoolchildren in La Union County, Cartago, Costa Rica, after an intervention of 8 months, in which the model was applied. The study included 108 school children (37 cases and 71 controls) aged between 6 and 10 years, who underwent an anthropometric evaluation and a duplicate determination of leptin and adiponectin before and after the intervention period. It was determined that adiponectin ($22.38 \text{ ng / mL} \pm 7.36$ vs $28.12 \text{ ng / mL} \pm 7.96$, $p < 0.001$), the BMI ($16.46 \text{ kg / m}^2 \pm 1.78$ vs $16.83 \text{ kg / m}^2 \pm 2.09$) and the percentage of fat (31.22 ± 3.79 vs 32.87 ± 4.55 , $p < 0.001$) increased in the intervention group. Leptin ($5.21 \text{ ng / mL} \pm 4.13$ vs $5.98 \text{ ng / mL} \pm 3.46$) and the leptin / adiponectin ratio (0.2823 ng / mL vs 0.2353 ng / mL) did not show significant changes. It was found that the marked change for adiponectin was independent of the reduction in BMI. It was identified that sex and the anthropometric state influence the behavior of adipokines. The increase in serum adiponectin levels shows that the “Póngale Vida” model was effective in the case group even in a short period of intervention. This may suggest metabolic benefits associated with the lipid profile and insulin response.

Key words: leptin, adiponectin, prevention of childhood obesity, childhood obesity.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica

de origen multifactorial cuya prevalencia ha experimentado un crecimiento rápido en las últimas décadas en todos los grupos étnicos,

incluida la población pediátrica. Se estima que más de 40 millones de niños a nivel mundial presentan esta condición; situación de la que Costa Rica no está exenta, según las últimas encuestas nacionales e internacionales (1). Al respecto el Censo Escolar Peso/Talla 2016 determinó que el aumento del sobrepeso y obesidad en el país ha sido progresivo, ya que se pasó del 21% en la Encuesta Nacional de Nutrición del 2008 a 34% con el Censo Escolar Peso-Talla del 2016 (2).

Cada día son más los estudios que mencionan que las condiciones de obesidad en la infancia favorecen una mayor probabilidad de que esta se mantenga a lo largo de la vida y están relacionadas con complicaciones de la salud, que años atrás eran frecuentes solamente en adultos, entre ellas diabetes, dislipidemias, resistencia a la insulina, entre otros (3,4,5).

Debido a lo anterior, se han desarrollado una serie de investigaciones asociadas a este tema, desde aquellas exploratorias que buscan determinar prevalencias, relaciones con otras patologías, estrategias de tratamiento y prevención, hasta las investigaciones a nivel molecular que intentan conocer o explicar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos implicados en la obesidad, esto con el objetivo de aclarar aún más las posibles causas de esta enfermedad y su tratamiento y/o prevención (6).

Producto de estos trabajos, se ha llegado a la conclusión de que el tejido adiposo, el cual se mantiene elevado en condiciones de sobrepeso u obesidad, presenta una importante actividad endocrina, ejercida por medio de la síntesis y secreción de un gran número de péptidos y citoquinas, denominados adipoquinas. Estas sustancias han sido asociadas al desarrollo y mantenimiento de la obesidad, así como a la aparición de condiciones como la resistencia a la insulina, dislipidemias y enfermedades cardiovasculares, entre otras. (7). Se ha encontrado que las adipoquinas pueden ser

modificadas mediante diferentes estrategias de atención, dentro de las que se incluyen aquellas que se caracterizan por promover la alimentación saludable y la actividad física (8).

Dentro de las adipoquinas a medir en intervenciones preventivas que están asociadas al tejido adiposo, y por ende a la obesidad, están la leptina y la adiponectina, las cuales ejercen efectos específicos en diferentes vías metabólicas en presencia o ausencia de obesidad (6). La leptina ha sido descrita como uno de los principales reguladores del peso corporal a largo plazo, disminuyendo el apetito y aumentando el gasto calórico (9).

Por otro lado, diferentes estudios han demostrado que la adiponectina está asociada con mayor sensibilidad periférica a la insulina modulando la señalización intracelular de la hormona, y se encuentra inversamente relacionada con la insulinoresistencia en pacientes con obesidad, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico (10).

No obstante, en condiciones de exceso de peso la secreción de estas adipoquinas se encuentra alterada, en el caso de la leptina, se ha demostrado que sus niveles plasmáticos en individuos obesos o con sobrepeso son mayores en comparación con los de peso saludable, lo que indica resistencia de los tejidos a la acción de esta hormona o que las vías de señalización intracelular asociadas a la leptina están alteradas en estos individuos. En el caso de la adiponectina, se ha encontrado que sus niveles plasmáticos son menores que los que se presentan en condiciones normales de peso. Por lo que una mejoría en estos parámetros, producto de una intervención en personas con exceso de peso, sería la generación de mayores concentraciones plasmáticas de adiponectina y menores de leptina en estas personas.

El objetivo del presente trabajo fue analizar las concentraciones de leptina y adiponectina y la relación entre ambas adipoquinas, como

indicadores evaluativos de la efectividad del Modelo para la prevención de obesidad infantil “Póngale Vida” de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio descriptivo de casos y controles en el que participaron 253 escolares del cantón de la Unión de Tres Ríos, Cartago, Costa Rica con edades entre los 6 y 10 años, 87 de estos menores participaron en la intervención de prevención de la obesidad infantil “Póngale Vida” de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica (UCR) y los 166 restantes fueron controles, por lo que no se les intervino. De los 253 escolares se tomó una submuestra de 108 niños (37 casos y 71 controles) para los análisis bioquímicos. La cantidad de participantes muestreados obedece a razones de: recursos disponibles y confiabilidad de los resultados (doble de controles en relación con los casos). La intervención se realizó en el año 2009 y tuvo una duración de 8 meses.

La intervención consistió en la promoción de prácticas alimentarias saludables en el centro educativo al que pertenecían los niños intervenidos (todos pertenecían a la misma escuela) esto mediante la emisión de mensajes nutricionales diarios por parte de los docentes, exposición a materiales educativos colocados en las aulas y en el comedor estudiantil y el abordaje de temas nutricionales como contenido transversal del currículum académico de los niños (por ejemplo: enseñar matemáticas usando alimentos de ejemplo, o realizar comprensiones de lectura, basándose en temas alimentarios, entre otros).

La intervención también promovió la actividad física en los menores, tanto en el ambiente escolar como familiar. En el ambiente escolar mediante la estrategia de “15 minutos activos en el aula” y “Recreo Activo”. La primera consistió en

que, diariamente se realizaba una pausa de 15 minutos durante el tiempo de lección para que los niños hicieran baile, juegos académicos o una rutina de ejercicios determinada. El “Recreo Activo” se implementó 1 vez a la semana y consistía en participar en un recreo semanal de mayor duración (de 20 a 30 minutos) al usual (5 a 10 minutos), en el cual se ofrecían diferentes estaciones de trabajo (fútbol, baile, carreras con obstáculos, entre otras) por las cuales los niños debían pasar. La actividad física en el ambiente familiar se promocionó mediante el envío de mensajes al hogar en el cual se estimulaba a los padres o encargados a realizar actividades al aire libre con los menores. A nivel familiar se trabajó la estrategia de “Domingos Familiares” la cual consistía en la práctica de eventos lúdicos gratuitos en escenarios comunitarios donde se ofrecían opciones recreativas y educativas para la toda la familia lo cual pretendía favorecer la adopción de prácticas de alimentación y de actividad física saludables.

En la comunidad se instaló un proceso de fortalecimiento del liderazgo comunitario como medio para favorecer cambios en el ambiente alimentario y de actividad física de la comunidad. Los líderes capacitados fueron los responsables de la organización y gestión de los “Domingos familiares”.

Es importante señalar que los educadores de la escuela en la que se realizó la intervención fueron capacitados para la implementación del modelo “Póngale Vida”, en el que se basaron las estrategias antes descritas, puesto que algunas de ellas estuvieron bajo la responsabilidad del profesor.

El estudio fue aprobado por el comité ético de la UCR en la sesión No.226 del 08 de febrero de 2012. El consentimiento informado fue obtenido de los padres o representantes legales de los menores.

Las medidas antropométricas (peso y talla,

tomadas por personal previamente capacitado y estandarizado) y el porcentaje de grasa fueron determinados al inicio y final de la intervención. El diagnóstico antropométrico se realizó utilizando el indicador IMC/Edad, según los patrones de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007, considerando sobrepeso: $>+1DS$, obesidad: $>+2DS$, delgadez $<-2DS$ y delgadez severa: $<-3DS$.

El porcentaje de grasa fue calculado mediante una ecuación de regresión que se construyó a partir del análisis del peso y la talla para la estimación de grasa corporal mediante la comparación con el estándar de oro (técnica de agua deuterada), la ecuación empleada fue la siguiente: $(12.03 + 0.68 * \text{Peso (kg)} + 1.45 * (\text{sexo}=1 \text{ o } 2, 1 \text{ masculino}, 2 \text{ femenino}) - 0.19 * \text{Talla (mts)})$. Esta es una ecuación de predicción del porcentaje de grasa con alta sensibilidad para su uso a nivel escolar, la cual fue desarrollada como uno de los objetivos del proyecto ARCAL RLA/6/052 “Desarrollo y evaluación de programas de intervención para reducir la malnutrición infantil en Latinoamérica” Capítulo Costa Rica de la Organización Internacional de Energía Atómica y con su debido aval del Comité Ético de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica Proyecto No. 742-A5-318.

Las características demográficas (edad, sexo, lugar de residencia, escuela a la que asiste) fueron recolectadas mediante un formulario diseñado para este fin al inicio de la investigación.

Las muestras de suero fueron recolectadas al inicio y final de la intervención y almacenadas a $-80^{\circ}C$ hasta su uso. La determinación de las concentraciones séricas de leptina y adiponectina se realizó por duplicado y mediante la técnica de ELISA siguiendo la metodología recomendada por el fabricante del kit KHP 0041 Adiponectina Humana y del kit KAC2281 Leptina Humana ambos de la marca Invitrogen.

Se realizó un análisis descriptivo de

las concentraciones sanguíneas de leptina y adiponectina según sexo, edad, y estado antropométrico, haciendo uso de medidas de tendencia central (promedio). Los análisis comparativos se realizaron utilizando la técnica T student, Wilcoxon o U Mann Withney según la naturaleza de los datos y análisis de relación entre variables antropométricas y bioquímicas empleando la correlación simple (r pearson). Los datos se analizaron considerando un nivel de confianza de 95% (p 0.05). Se empleó el paquete de análisis estadístico SPSS versión 15.0

RESULTADOS

a. Características de la muestra

En cuanto a sexo, la distribución de la muestra fue aproximadamente de un 50% para cada uno de ellos, tanto en el grupo intervenido como control (intervenido 20 M y 17 F) (control 35 M y 36 F) y el rango de edad corresponde al establecido inicialmente (de los 6 a los 10 años de edad). Las características antropométricas y bioquímicas en el grupo intervenido y control antes y después de la intervención se muestran en el Tabla 1.

b. IMC y porcentaje de grasa después de la intervención

Al final del período de la intervención, el valor de IMC promedio y el porcentaje de grasa aumentaron de forma significativa en ambos grupos. Con respecto a la variable sexo, se observó que los niños pertenecientes al grupo intervenido aumentaron el IMC pero las niñas lo disminuyeron, siendo estos cambios significativos en los dos sexos (masculino $p=0.026$, femenino $p<0.000$). No obstante, en el grupo control ambos sexos aumentaron el promedio del IMC, sin embargo, este aumento fue de mayor magnitud y significativo sólo para los niños ($p<0.000$) (Figura 1)

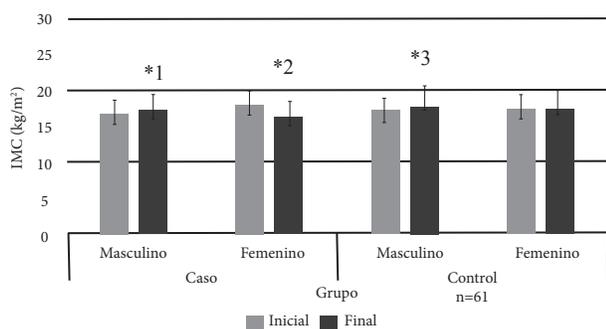
El porcentaje de grasa, tanto los niños como las niñas de ambos grupos aumentó de manera

TABLA 1. Comparación de las características antropométricas y bioquímicas en el grupo caso (A vs B), en el grupo control (C vs D) y entre el grupo caso y control después de la intervención (B vs D).

| Variable | Grupo caso inicio (A) | Grupo caso final (B) | P valor A vs B | Grupo control inicio (C) | Grupo control final (D) | P valor C vs D | P valor B vs D |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|----------------|
| Sexo (masculino/femenino) | 20/17 | 20/17 | NA | 35/36 | 35/36 | NA | NA |
| Estado nutricional (nl/sp/ob/ds) | 29/7/1/0 | 29/7/1/0 | NA | 50/12/8/1 | 50/12/8/1 | NA | NA |
| IMC (Kg/m ²) | 16.46 ± 1.78 | 16.83 ± 2.09 | 0.005 | 17.23 ± 2.48 | 17.65 ± 2.48 | 0.000 | 0.099 |
| Porcentaje de grasa | 31.22 ± 3.79 | 32.87 ± 4.55 | 0.000 | 32.57 ± 4.00 | 33.46 ± 4.12 | 0.000 | 0.322 |
| Adiponectina (ng/mL) | 22.38 ± 7.36 | 28.12 ± 7.96 | 0.000 | 26.96 ± 10.27 | 23.07 ± 7.08 | 0.000 | 0.001 |
| Leptina (ng/mL) | 5.21 ± 4.13 | 5.98 ± 3.46 | 0.068 | 6.92 ± 4.11 | 6.49 ± 5.13 | 0.026 | 0.734 |

Nota: NA: no aplica, nl: normal, sp: sobrepeso, ob: obesidad y ds: delgadez. Valores de p, para pruebas T student, U Mann Withney o Wlcoxon según la característica de las variables a analizar.

significativa ($p < 0.000$). No obstante, en el grupo intervenido, las niñas aumentaron en mayor magnitud este indicador en comparación con los niños; situación que fue inversa en el grupo control.



Datos son presentados como promedios ± DS

*1 p: 0.026, *2 p: 0.000, *3 p: 0.000

FIGURA 1: IMC en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según sexo

En los escolares intervenidos se observó un aumento del IMC únicamente en aquellos con un estado antropométrico normal ($p = 0.004$) y en los escolares controles este aumento se dio en los que presentaron un estado antropométrico normal ($p < 0.000$) y sobrepeso ($p = 0.011$). En el caso del porcentaje de grasa, se presentó un aumento tanto en el grupo intervenido como en el grupo control en todos los estados antropométricos.

c. Análisis de las diferencias del IMC y el porcentaje de grasa entre el grupo caso y control después de la intervención.

Al finalizar la intervención el IMC y el porcentaje de grasa, no presentaron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervenido (IMC $p = 0.099$; porcentaje de grasa $p = 0.322$), independientemente del estado antropométrico de los niños.

Sin embargo, las niñas del grupo intervenido

presentaron un menor IMC que las niñas del grupo control ($p=0.021$). En el caso de los niños, no se observó diferencia entre ambos grupos.

d. Leptina y adiponectina después de la intervención

Luego de la intervención, en el grupo intervenido los niveles de leptina no se modificaron, mientras que los niveles de adiponectina mostraron un aumento significativo ($p<0.000$). Sin embargo, en el grupo control ambas variables disminuyeron (leptina $p=0.026$ y adiponectina $p<0.000$).

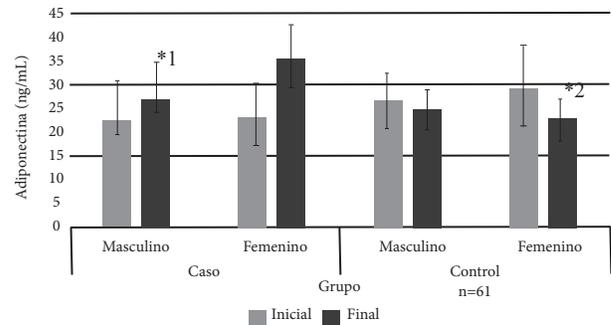
Cabe destacar que en el grupo intervenido los varones no presentaron cambios significativos para ninguna de las variables, mientras que, en las niñas, tanto las concentraciones séricas de leptina y como las de adiponectina aumentaron (leptina $p=0.007$ y adiponectina $p<0.000$). Por su parte, en el grupo control, solo se observó una disminución en la concentración de adiponectina ($p<0.000$) en las niñas.

Se determinó que los escolares intervenidos con un estado nutricional normal y con exceso de peso (sobrepeso y obesidad unidos), aumentaron significativamente el nivel plasmático de adiponectina después del período de la intervención. Mientras que los escolares del grupo control que presentaban un estado antropométrico normal y sobrepeso disminuyeron las concentraciones plasmáticas de adiponectina ($p=0.018$ y $p=0.026$, respectivamente) (Figura 2).

e. Análisis de las diferencias de leptina y adiponectina entre el grupo caso y control después de la intervención.

No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones séricas de leptina ni en la relación leptina/adiponectina después de la intervención ($p=0.734$ y $p=0.267$, respectivamente), sin embargo, se determinó

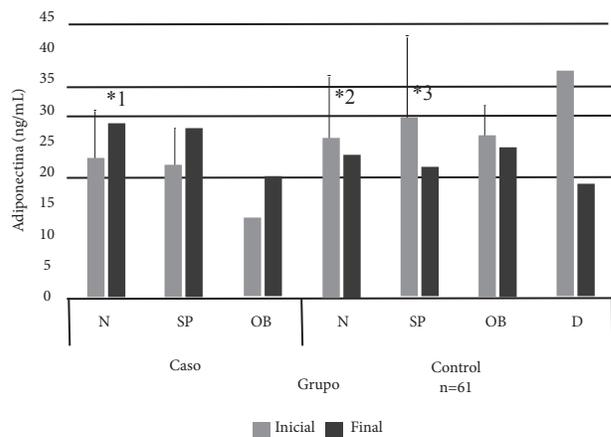
que la concentración de adiponectina si difiere significativamente en ambos grupos ($p<0.001$), siendo más importante el aumento de adiponectina en el grupo intervenido y de forma específica en el grupo de las niñas ($p<0.000$) y en los escolares con un estado antropométrico normal ($p=0.006$) (Figura 3).



Datos son presentados como promedios \pm DS

*1 $p: 0.000$, *2 $p: 0.000$

FIGURA 2. Adiponectina en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según sexo.



Nota: Estado antropométrico: N= Normal, SP= Sobrepeso, OB=Obesidad, D= Delgadez. Datos son presentados como promedios \pm DS. *1 $p: 0.002$, *2 $p: 0.026$ *3 $p: 0.018$

FIGURA 3. Adiponectina en grupo caso y control al inicio y final de la intervención, según estado antropométrico.

DISCUSIÓN

Las intervenciones que contribuyan a la modificación de los hábitos alimentarios y la actividad física han sido consideradas como las medidas más importantes para lograr modificaciones en el peso corporal en los niños y adolescentes. Sin embargo, la simple medida de parámetros antropométricos puede no identificar los cambios reales asociados a estas intervenciones (3).

En la presente investigación se determinó que después del período de intervención, las concentraciones séricas de adiponectina aumentaron de forma significativa en los escolares intervenidos, lo cual es relevante por el papel metabólico de ésta adipoquina.

Es importante señalar que las niñas son las que presentaron un mayor impacto de la intervención, ya que el aumento en la adiponectina en ellas fue significativo, no así en los niños. Esto coincide con los hallazgos de otros investigadores (11), quienes en su trabajo encontraron que, en niños sanos, la adiponectina se relaciona con el dimorfismo sexual, no así en niños obesos. Los investigadores (11), proponen que en niños pre-púberes (como los de nuestra investigación), este dimorfismo puede estar influenciado por las características propias del adipocito. Al respecto indican como posibles causas: 1) el tamaño del adipocito en el individuo; aquellos de un mayor tamaño secretan menos adiponectina y 2) la sensibilidad del adipocito a la insulina; puesto que la hiperinsulinemia puede inducir hiperleptinemia o promover alteraciones en la funcionalidad de la adiponectina. Un cambio en el grado de sensibilidad de las células adiposas a la insulina puede contribuir a la secreción alterada de estas adipoquinas, porque a pesar de que las vías de secreción de la leptina y adiponectina son diferentes, ambas pueden ser moduladas por la insulina. Sin embargo, estas razones no pudieron ser validadas en la presente investigación puesto

que la medición de insulina no se incluyó en esta investigación.

Por otro lado, al ser la adiponectina una hormona sintetizada por el tejido adiposo, la diferencia encontrada en el grupo intervenido según sexo podría deberse a que, a pesar de que el aumento en el porcentaje de grasa se reportó en ambos sexos, fue mayor en magnitud en las niñas, puesto que las mujeres aumentaron 1.76% su porcentaje de grasa en comparación con su nivel inicial y los hombres 1.56%.

Al respecto, Cambuli et al. 2008 (3), encontraron que luego de 1 año de intervención, los cambios en la adiponectina fueron significativamente asociados con los cambios en el porcentaje de la masa grasa, lo cual coincide con los hallazgos del presente trabajo y podría ser la explicación del aumento de adiponectina en conjunto con el de masa grasa identificado y en especial en las niñas.

En relación con grado de adiposidad, se esperaba que la intervención al incentivar la actividad física y prácticas de alimentación saludable promoviera una mejora tanto en el porcentaje de grasa como en el IMC, no obstante, tanto en el grupo intervenido como en el control ambos indicadores antropométricos aumentaron. Esto puede deberse a que, en ambos grupos, la mayoría de los individuos tenían un estado antropométrico normal (más del 70% de los individuos en cada grupo), por lo que los aumentos encontrados pueden ser propios de la etapa de la vida en que se encuentran los sujetos, donde la ganancia de estatura y crecimiento de tejidos y órganos es considerable y prioritaria. Asimismo, la literatura reporta que a lo largo de la infancia y adolescencia se da un aumento en la grasa corporal total (12).

Por otra parte, el aumento que se presentó en el IMC en el grupo intervenido, hace alusión a que los cambios metabólicos no son dependientes de una modificación en el peso, ya que se presentó una mejora significativa en los niveles plasmáticos

de adiponectina a pesar del incremento del peso.

Lo anterior, coincide con la investigación de Roberts *et al* (13), quienes señalan que la tendencia científica es pensar que la disminución de peso es la que genera cambios en el fenotipo metabólico de individuos con sobrepeso y obesidad, no obstante en un trabajo efectuado por el mismo grupo de investigadores, en el cual se promovió cambios en el estilo de vida en un lapso de tiempo corto (2 semanas) en jóvenes con sobrepeso y obesidad se demostró que hubo una reversión del síndrome metabólico y una disminución de los factores de riesgo ateroscleróticos, a pesar de que no hubo reversión de la obesidad en los participantes. Señalan además, que los cambios metabólicos se produjeron a pesar de los pequeños cambios en peso y que el análisis de correlación indicó que los cambios en marcadores fenotípicos (citoquinas, adipocinas y marcadores endocrinos (amilina e inhibidor de activador de plasminógeno 1 (PAI-1)) fueron independientes de la pérdida de peso. Por lo que estos hallazgos sugieren que los cambios de estilo de vida pueden ser el motor de los cambios en los fenotipos metabólicos y cardiovasculares (3, 13) sin cambios de peso como sucedió en la presente investigación.

Esto fue nuevamente verificado por el mismo grupo de investigadores quienes desarrollaron una intervención basada en dieta y ejercicio (2-2.5 horas/día) durante dos semanas en individuos con estado nutricional normal, sobrepeso y obesidad. En esta oportunidad nuevamente observaron que los cambios en leptina (disminución significativa), adiponectina (aumento en todos, pero significativa sólo en obesos) y otras citoquinas estudiadas eran similares en los grupos y que estos cambios no mostraron una correlación con modificaciones en el peso, el IMC o la circunferencia de la cintura. (13)

Una posible explicación a este efecto similar, de intervenciones cortas, en individuos con peso normal o con exceso de peso, es que los sujetos

obesos tienen una predisposición genética para aumentar de peso más fácilmente en comparación con los sujetos de peso normal (13).

De hecho, Roberts *et al* (13) afirman que es conocido que muchos sujetos obesos son metabólicamente saludables, mientras que muchos individuos con peso normal son metabólicamente poco saludables. Por lo tanto, a largo plazo, es posible que con la continua modificación de estilo de vida la obesidad pueda ser revertida, pero incluso si no, los obesos podrían desarrollar un fenotipo metabólicamente sano, como se señaló en el corto plazo con los sujetos obesos que participaron del estudio. Además, dado que los intentos de pérdida de peso son típicamente asociados con un alto grado de reincidencia en poblaciones adultas y pediátricas, la modificación del estilo de vida que se centre en la normalización de los fenotipos metabólicos puede ser significativa en la población pediátrica.

En cuanto al análisis del cambio en el IMC luego del período de intervención en el grupo caso según el sexo, se encontró que a pesar de que de forma grupal los escolares intervenidos aumentaron significativamente el IMC, son los varones los que reflejan este efecto, puesto que las niñas lo disminuyeron. Esto reafirma nuevamente lo encontrado para la variable adiponectina, ya que en ambas variables se muestra que son las mujeres las que mejor respondieron a la intervención, mostrando los efectos esperados; aumento de adiponectina y disminución del IMC.

Se podría pensar que las diferencias reportadas para adiponectina e IMC obedecen a una situación de género, quizás porque las niñas fueron más perceptivas a la educación nutricional y sobre estilos de vida saludables ofrecidos durante la intervención. Se podría asociar a una participación más activa en las estrategias de actividad física, y a tener mayor interés en el consumo de frutas y/o vegetales y lácteos y a la

disminución del consumo de alimentos de alta densidad energética.

Esto porque es conocido que las niñas consumen en mayor cantidad y de forma más frecuente frutas y vegetales (14, 15) y que a los varones les agrada más los alimentos grasos y azucarados (15). Cooke & Wardle indican que esto puede deberse al hecho de que los hombres al tener un mayor requerimiento energético en comparación con las mujeres a lo largo de la vida tienen preferencias por alimentos con mayor densidad energética y/o la influencia social que hace que las mujeres presten más interés a ajustarse a una dieta saludable.

Al respecto, Monge et al (16), en su investigación determinaron que los adolescentes costarricenses consideran que alimentarse saludablemente es un comportamiento afeminado, por lo que constituye una barrera para la adopción de hábitos alimentarios sanos por parte de los hombres.

Por otra parte, en el estudio de la influencia del estado antropométrico inicial sobre el comportamiento de las adipoquinas en este trabajo, también se observó que fueron los escolares con un estado antropométrico normal, los que respondieron de forma significativa a la intervención con el aumento de adiponectina y más significativamente las mujeres, que como se mencionó en párrafos anteriores puede ser producto de que la mayoría de la población intervenida tenía un estado antropométrico normal.

Sin embargo, aunque el cambio no fue significativo para los escolares con sobrepeso y obesidad, se evidenció que la intervención generó un aumento de la adiponectina también en estos grupos, por lo que podría pensarse que si se aumenta el período de implementación de las estrategias los resultados en estos escolares también habrían llegado a ser significativos, ya

que experiencias similares referidas por otros investigadores (8, 17, 18, 19) indican que estos grupos generan los cambios esperados (aumento de adiponectina y disminución de leptina) luego de intervenciones de un año o más de aplicación y en las que la actividad física se realiza por períodos iguales o superiores a 1 hora al día y bajo supervisión profesional. Asimismo, el control dietético ajustado a las necesidades de los participantes puede ser otra herramienta útil para generar los cambios bioquímicos esperados en los grupos con exceso de peso.

Dentro de los trabajos que apoyan lo mencionado en el párrafo anterior se encuentra el de Rambhojan y et al (19), quienes luego de realizar una intervención de un año en niños y adolescentes en la cual se incluía el asesoramiento dietético, actividad física regular y el apoyo familiar, se encontró que las concentraciones de adiponectina aumentaron significativamente en niños normales, con sobrepeso y obesidad.

En cuanto al control dietético, en experiencias exitosas con niños o adolescentes obesos o con sobrepeso, el consumo de alimentos estuvo bajo un control más estricto, ya que a cada individuo se le indicó una dieta ajustada a sus necesidades, situación que podría favorecer el impacto de la intervención en estos grupos específicos.

Sin embargo, por la naturaleza de la intervención “Póngale Vida”, es poco factible esto, puesto que la estrategia involucra a niños de todos los estados antropométricos de manera inclusiva, para evitar que los niños con exceso de peso se sientan señalados, ya que esto podría afectar su dimensión emocional. Además, el modelo en que se enmarca la estrategia es ecológico, con un enfoque poblacional y preventivo.

No obstante, a pesar de las diferencias en cuanto al tipo de intervención dietética y ejercicio de la intervención “Póngale Vida” en comparación con otras similares, el hecho de que

en un período de ocho meses lograra cambios en los escolares intervenidos normales y con exceso de peso, indica que ésta podría ser una buena herramienta preventiva de obesidad infantil y sus complicaciones, puesto que podría mejorar el perfil metabólico de los participantes (debido al aumento de adiponectina), independientemente de la condición nutricional.

De igual manera, el porcentaje de grasa aumentó de forma significativa en los niños intervenidos de forma independiente del estado antropométrico inicial, lo que indica que en esta investigación ésta característica tampoco fue determinante para generar los cambios observados en la masa grasa.

Luego del período de intervención los escolares del grupo intervenido no mostraron cambios en la leptinemia, lo cual coincide con lo reportado en el trabajo de Rambhojan *et al.*, 2015 (19), mencionado anteriormente, quienes determinaron que luego de la intervención las concentraciones de leptina permanecieron sin cambios significativos luego de un 1 año de seguimiento en los niños en condiciones normales de peso y con sobrepeso, pero disminuyeron significativamente en niños obesos (este resultado se observó en el niño obeso que participó de la intervención (3% del grupo intervenido)). Lo anterior, evidencia que la leptina podría no ser un buen indicador de efectividad de intervenciones en las que la mayoría de población intervenida fueran niños con estado antropométrico normal, como en el caso de la presente investigación.

Por otra parte, a pesar de no haber encontrado cambios significativos en la relación leptina:adiponectina, otros investigadores han relacionados estos cambios con menores grados de inflamación y resistencia a la insulina, lo cual se traduce en un menor riesgo de enfermedad metabólica (20). En nuestro caso esta diferencia no resultó ser notoria probablemente porque no estuvo acompañada de cambios en las concentraciones de leptina.

Según los resultados de esta investigación, como se mencionó anteriormente, podría pensarse que si la intervención se realizara por un lapso de tiempo mayor y con sesiones de actividad físicas de mayor duración y frecuencia, las concentraciones de leptina podrían disminuir significativamente en los menores con exceso de peso.

Debido a que en estudios similares cuyo impacto ha sido positivo en esta adipoquina, el tiempo en que se desarrolla la estrategia y el que se le dedica a la actividad física es mayor, como fue el caso de la experiencia de Blüher *et al.* (8), quienes demostraron que luego de una intervención en niños que incluía la práctica de ejercicio 150 minU/semana y la modificación de la alimentación durante un año, los niveles de leptina se reducen significativamente y este cambio correlacionó positivamente con los cambios en IMC.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados del trabajo, podría afirmarse que la intervención “Póngale Vida” aun en un periodo de ejecución menor de un año mostró ser una propuesta efectiva para prevenir la obesidad infantil, ya que independientemente de la condición antropométrica del escolar, promueve un cambio positivo en la adiponectinemia, debido a que desde los menores con un estado nutricional normal hasta los que presentaron sobrepeso, aumentaron la concentración plasmática de adiponectina. Asimismo, podría ser una estrategia conveniente en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad infantil, ya que se determinó que en estos grupos también genera una modificación positiva de las concentraciones séricas de adiponectina. Sin embargo, es evidente la necesidad de que la intervención se realice en periodos superiores a un año para favorecer sus efectos como es

la modificación en leptinemia. El aumento en los indicadores IMC y porcentaje de grasa reportados en la población intervenida, hace alusión a que los cambios en la adiponectinemia encontrados no son dependientes de una disminución del peso y porcentaje de grasa en los escolares. Las concentraciones séricas de leptina no mostraron un cambio significativo luego de la intervención, lo cual indica que bajo las mismas condiciones y características de población a intervenir (mayoría niños con estado antropométrico normal), la leptina podría no ser un buen indicador de efectividad de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica (CONICIT) y la Universidad de Costa Rica.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (2014). World Health Statistics 2014. Geneva, Switzerland.
2. Ministerio de Salud y Ministerio de Educación Pública (2017). Informe Ejecutivo Censo Escolar Peso-Talla Costa Rica, 2016. Recuperado de: <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
3. Cambuli VM, Musiu MC, Incani M, Paderi M, Serpe R, Marras V, Cossu E, Cavallo MG, Mariotti S, Loche S, Barioni MG. (2008). Assessment of adiponectin and leptin as biomarkers of positive metabolic outcomes after lifestyle intervention in overweight and obese children. *J Clin Endocrinol Metab.* 93,3051-7. doi: 10.1210/jc.2008-0476
4. Yeste, D. & Carrascosa, A. (2011). Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. *Anales de Pediatría.* 75,135.e1-135.e9 doi:10.1016/j.angepedi.2011.03.025
5. Pulgarón, E. (2013). Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities. *Clinical Therapeutics.* 35, A18-A32. doi.org/10.1016/j.clinthera.2012.12.014
6. Arslan, N., Erdur, B. & Aydin, A. (2010). Hormones and cytokines in Childhood Obesity. *Indian Pediatrics,* 47, 829-839. Recuperado de <http://www.indianpediatrics.net/oct2010/829.pdf>
7. Martos- Moreno, G.A, Kopchick, J. & Argente, J. (2013). Adipoquinas en el niño sano y con obesidad. *Anales de pediatría.* 39, 189.e1-189.e15. doi.org/10.1016/j.angepedi.2012.10.008
8. Blüher, S., Panagiotou, G., Petroff, D., Markert, J., Wagner, A., Klemm, T.,... Mantzoros, C. (2014). Effects of a 1-Year Exercise and Lifestyle Intervention on Irisin, Adipokines, and Inflammatory Markers in Obese Children. *Obesity,* 22, 1701-1708. doi:10.1002/oby.20739
9. Timper, K. & Brüning, J. (2017). Hypothalamic circuits regulating appetite and energy homeostasis: pathways to obesity. *Disease Models & Mechanisms.* 10, 679-689 doi:10.1242/dmm.026609
10. Gilardini L, McTernan PG, Girola A, da Silva NF, Alberti L, Kumar S, Invitti C. 2006 Adiponectin is a candidate marker of metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Atherosclerosis* 189:401– 407
11. Murdolo1, G., Nowotny, B., Celi, F., Donati, M., Bini, V., Papi, F., Gornitzka, G., Castellani, S., Roden, M., Falorni, A., Herder, C. & Falorni, A. (2011). Inflammatory Adipokines, High Molecular Weight Adiponectin, and Insulin Resistance: A Population Based Survey in Prepubertal Schoolchildren. *PLoS ONE* 6(2): e17264. doi:10.1371/journal.pone.0017264
12. Staiano, A. & Katzmarzyk, P. (2012). Ethnic and sex differences in body fat and visceral and subcutaneous adiposity in children and adolescents. *International Journal of Obesity.* 36, 1261–1269. doi:10.1038/ijo.2012.95
13. Roberts, C., Izadpanah, A., Angadi, S & Barnard, J. (2013). Effects of an intensive short-term diet and exercise intervention: comparison between normal-weight and obese children. *American*

- Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 305, R552–R557. doi:10.1152/ajpregu.00131.2013.
14. Rasmussen, M., Krølner, R., Klepp, K., Lytle, L., Brug, J., Bere, E., & Due, P. (2006). Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: a review of the literature. Part I: quantitative studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3, 1-9. doi:10.1186/1479-5868-3-22
 15. Cooke, L. & Wardle, J. (2005). Age and gender differences in children's food preferences. *British Journal of Nutrition*, 93, 741–746. doi: 10.1079/BJN20051389
 16. Monge, R., Garita, C., Sánchez, M. & Muñoz, L. (2005). Barriers to and Motivators for Healthful Eating as Perceived by Rural and Urban Costa Rican Adolescents. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 37, 33-40. Recuperado de http://ac.els-cdn.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/S1499404606602571/1-s2.0-S1499404606602571-main.pdf?_tid=01ef1c94-e4d8-11e5-a5f00000aacb35d&acdnat=1457405390_a0f8025981ca82bdbacb678c288b845d
 17. Siegrist, M., Rank, M., Wolfarth, B., Langhof, H., Haller, B., Koenig, W. & Halle, M. (2013). Leptin, adiponectin, and short-term and long-term weight loss after a lifestyle intervention in obese children. *Nutrition*, 29, 851-857. doi.org/10.1016/j.nut.2012.12.011
 18. Mendelson, M., Michallet, A., Monneret, D., Perrin, C., Estève, F., Lombard, P., Faure, P., Lévy, P., Favre-Juvin, A., Pépin, J., Wuyam, B. & Flore, P. (2014). Impact of exercise training without caloric restriction on inflammation, insulin resistance and visceral fat mass in obese adolescents. *Pediatric Obesity*, 1-9. doi: 10.1111/ijpo.255
 19. Rambhojan, C., Bouaziz-Amar, E., Larifla, L., Deloumeaux, J., Clepier, J., Plumasseau, P., Lacorte, J. & Foucan, L. (2015). Ghrelin, adipokines, metabolic factors in relation with weight status in school-children and results of a 1-year lifestyle intervention program. *Nutrition & Metabolism*, 12, 1-10. doi 10.1186/s12986-015-0039-9
 20. Chou HH, Hsu LA, Wu S, Teng MS, Sun YC, Ko YL. (2014). Leptin-to-Adiponectin Ratio is related to low grade inflammation and insulin resistance independent of obesity in non-diabetic Taiwanese: A cross-sectional cohort study. *Acta Cardiol Sin.*30_201-14.

Recibido: 21-02-2018
Aceptado: 03-05-2018